3AS BAC
Clic 119 كليك
رابح مسعودي

العلوم الطبيعية

1 شعبة العلوم التجريبية

المجال المعرفي الأول

الوحدة الأولى تركيب البروتينات

التخصص الوظيفي للبروتينات

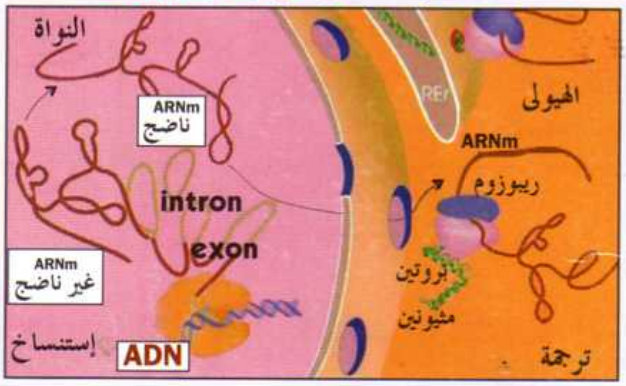
تمهيد يحتاج الجسم يوميا إلى أغذية من بينها البروتينات تتفكك إلى أحماض آمينية أثناء عملية الهضم.

ما مصير الأحماض الآمينية الممتصة؟

يلخص مخطط الوثيقة التالية مراحل تركيب البروتينات من الأحماض الآمينية في الخلية والتي يمكن تلخيصها عبر مرحلتي الإستنساخ والترجمة

ما هو الفرق بينهما؟

مراحل تركيب البروتين



يلخص جدول الوثيقة أدناه أهم هذه الفروق منتهيا بتعريف لكل مرحلة والهدف منها

المرحلة	جزيئة الإنطلاق	المقر	العناصر المتدخلة	الجزيئة الناتجة	تعريف العملية والهدف منها
الإستنساخ	ADN	النواة	ARN Polymerase + نكليوتيد	ARNm ARNt ARNr	أخذ نسخة عن المعلومات الوراثية من مورثة ADN في شكل ARN عن طريق إنزيم ARN Polymerase بهدف نقل المعلومات الوراثية (الشفرة الوراثية) إلى الهيولى.
الترجمة	ARNm	الهيولى الريبوزوم	ARNm ARNt الريبوزومات الأحماض الآمينية	متعدد الببتيد	الانتقال من اللغة النووية (الشفرة الوراثية) إلى لغة بروتينية (سلسلة ببيتيدية) في الهيولى على مستوى الريبوزومات بهدف إنتاج بروتينات نوعية.

كيف يمكن إظهار عمليتي الاستنساخ والترجمة،وإثبات دور العناصر المتدخلة ؟

1 الإستنساخ

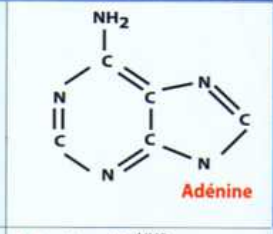
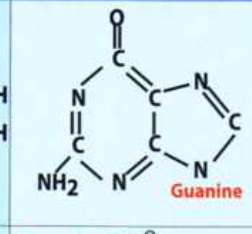
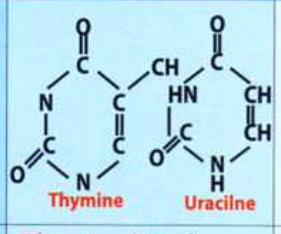
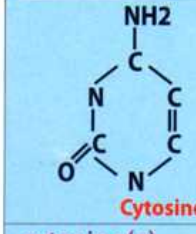
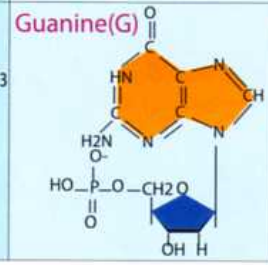
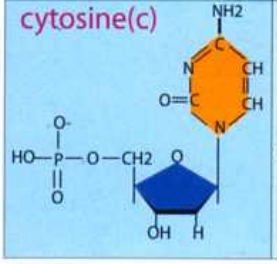
يبيّن الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الإستنساخ والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

دور ال ARNm	النشاط	التفسير	الإستنساخ
إظهار عملية الإستنساخ	مشاهدة قطعة من ال ADN تحت المجهر الإلكتروني	تظهر صورة المجهر الإلكتروني استنساخ متعدد لل ARNm .	يتم استنساخ ARNm بكثافة من ADN.
إثبات الدور الوسيط لل ARNm كناقل للشفرة الوراثية	نوعان من البروتينات المفصولة من الخلايا الكريات الحمراء البيضية للضفدع. بروتين مفصول من الخلايا البيضية للضفدع بعد حقنها ARNm الخاص بالكريات الحمراء للأرنب (الهيموغلوبين) بروتينات مفصولة من الخلايا البيضية للضفدع بعد حقنها ARNm الخاص بالكريات الحمراء للأرنب. بالإضافة إلى نوع البروتينات المفصولة،تبين المنحنيات كمية هذه البروتينات عن طريق قياس كمية الإشعاع بعدد الدقات الإشعاعية في الدقيقة، فتظهر في شكل شوكات تسمح بالدراسة المقارنة.	تركيب بروتين الهيموغلوبين من طرف الخلايا البيضية للضفدع في وجود ARNm الخاص بالكريات الحمراء للأرنب، دليل على أن ARNm ناقل للشفرة الوراثية.	يلعب ARNmدور وسيط بين مقر المعلومات الوراثية (ADN) ومقر تركيب البروتينات (الهيولى).

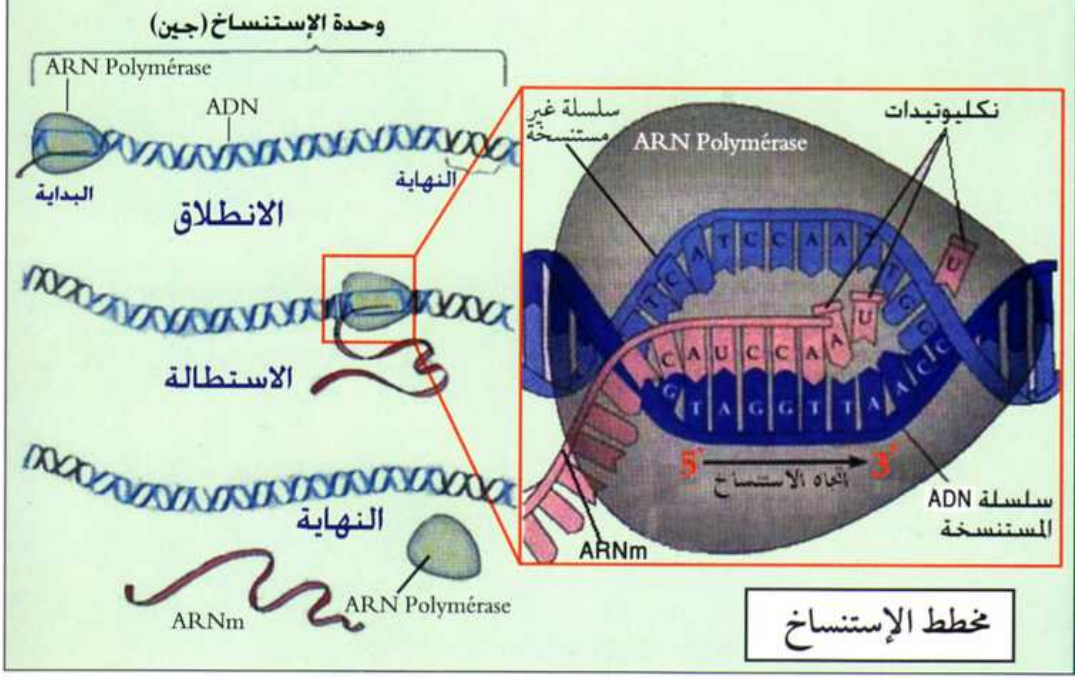
ما الفرق بين حقيقيات النواة وبدائيات النواة؟

	المواصفات	الإستنساخ	الترجمة
حقيقيات النواة	لها نواة حقيقية محاطة بغشاء نووي وهي تضم كل أنواع الكائنات الحيوانية والنباتية والمجهرية ما عدا البكتيريا.	● يتم استنساخ ARNm أولي ليتحول إلى ناضج بعد تخلصه من الأنترونات. ● يتم استنساخ مورثة من ADN .	تتم في الهيولي وتحدث كمرحلة لاحقة بعد الإستنساخ .
بدائيات النواة	محتوى النواة لا يحاط بغشاء نووي، وبالتالي ليس هناك نواة حقيقية حيث تسبح ADN في الهيولى. وهي تشمل البكتيريات.	● ARNm المستنسخ لا يحتوي على إنترونات ● يتم استنساخ كل ال ADN .	تحدث عملية الإستساخ والترجمة في آن واحد

ما الفرق بين النكليتيدات البيورينية والنكليوتيدات البيريميدينية؟

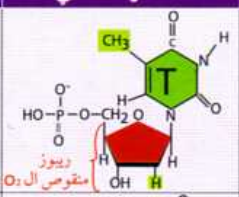
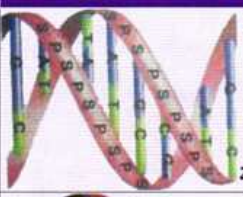
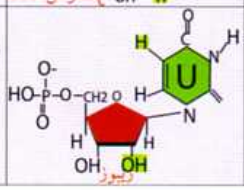
	نكليوتيدات بيورينية		نكليوتيدات بيريميدينية	
القاعدة الآزوتية	 Adénine	 Guanine	 Thymine Uracilne	 Cytosine
النكليوتيد	Adenine(A)	 Guanine(G)	Thymine(T)	 cytosine(c)

ما هي مراحل الإستنساخ والترجمة؟

المراحل / العملية	الإنطلاق	الإستطالة	النهاية
الاستنساخ			

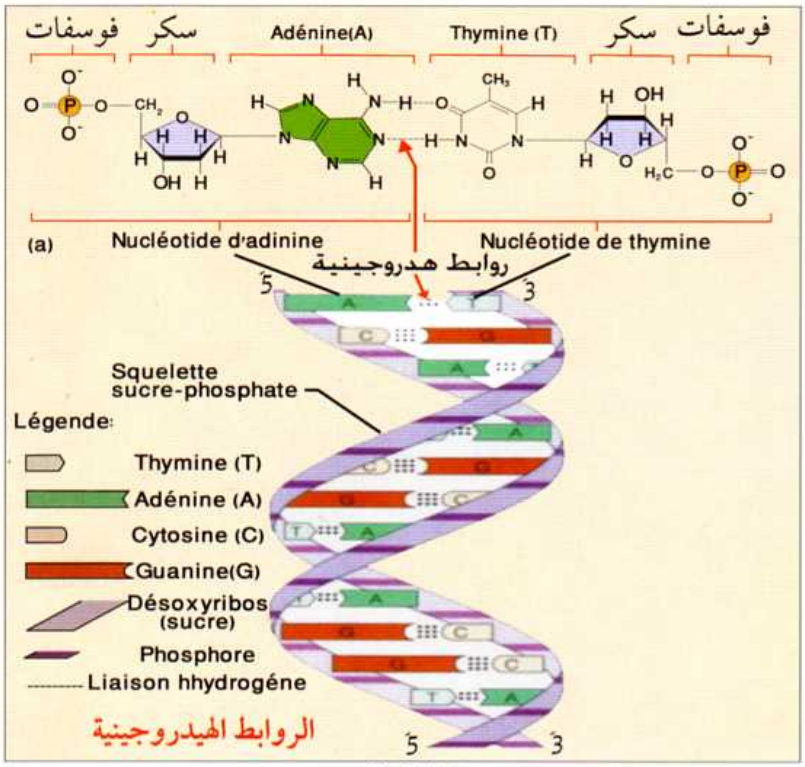
مخطط الإستنساخ

ما الفرق بين ARN و ADN؟ — جدول مقارنة

الحمض النووي	المقر	النكليوتيدات: القاعدة الآزوتية	النكليوتيدات: السكر الخماسي	سلسلة النكليوتيدات	الوظيفة
ADN نتائج الإماهة الجزئية عبارة عن نكليوتيدات	النواة	تايمين Thymine (C.G.A.T)		 سلسلتان ملتفتان بشكل حلزوني ترتبطان بروابط هيدروجينية	دعامة المعلومات الوراثية
ARN نتائج الإماهة الجزئية عبارة عن نكليوتيدات	يتركب في النواة ثم ينتقل إلى الهيولى.	يوراسيل Uracile (C.G.A.U)		سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي.	نقل الشفرة الوراثية (ARNm)

كيف ترتبط سلسلتي ال ADN؟

لقد أثبتت التحاليل الكيميائية لل ADN بأن عدد القواعد A المفصولة يكافئ عدد القواعد T وعدد القواعد C يكافئ عدد القواعد G أي أن A /T=1 و C /G=1 وكذلك A+C /T+G = 1 مما يدل على أن نظام ارتباط القواعد يكون دائما ثابتا T مع A و G مع C. ترتبط السلسلتان عن طريق القواعد الآزوتية بروابط هيدروجينية بحيث ترتبط القاعدة Thymine مع Adenine برابطتين ، والقاعدة Guanine مع Cytosine بثلاث روابط كما يوضحه الشكل المقابل.



ما هو مفهوم الشفرة الوراثية؟

هي تتابع للقواعد الآزوتية على مستوى ARNm والتي هي عبارة عن نسخة لجين من ADN. تقسم الشفرة الوراثية إلى رامزات وهي تتابع لثلاث قواعد تشفر لحمض آميني معين يمكن التعرف عليه عن طريق جدول الشفرة الوراثية.

كيف نقرأ جدول الشفرة الوراثية؟

أولا : نبدأ قراءة سلسلة ال ARNm من اليسار إلى اليمين ؛ وبنفس الطريقة نقرأ الرامزات. فمثلا الرامزة الأولى ACC تقرأ هكذا :A ثم C ثم C.

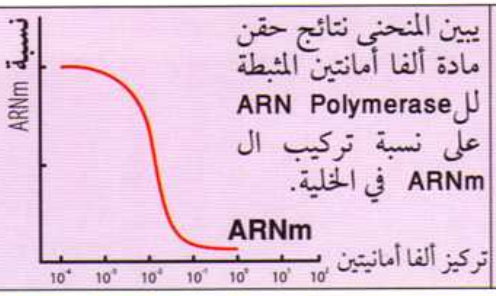
ثانيا: تقرأ الرامزة من جدول الشفرة الوراثية كما يلي:

- الحرف الأول A يقرأ من العمود الأول على اليسار حيث نجد ما يقابله أربع مجموعات من الرامزات وهي: U C A G
- الحرف الثاني C يحدد المجموعة المطلوبة حيث يقرأ من العمود الأفقي الثاني فتكون هذه المجموعة هي الملونة بالأحمر.
- الحرف الثالث يقرأ من العمود الثالث وهو بذلك يحدد الرامزة المطلوبة من هذه المجموعة هي: ACC التي تقابل الحمض الآميني Thréonine والذي يرمز له ب Thr .(راجع ص 8 للتعرف على الأسماء.)

الحرف الثاني

الحرف الأول	U	C	A	G	الحرف الثالث
U	UUU Phe, UUC Phe, UUA Leu, UUG Leu	UCU, UCC, UCA, UCG Ser	UAU Tyr, UAC Tyr, UAA Stop, UAG Stop	UGU Cys, UGC Cys, UGA Stop, UGG Trp	U C A G
C	CUU, CUC, CUA, CUG Leu	CCU, CCC, CCA, CCG Pro	CAU His, CAC His, CAA Gin, CAG Gin	CGU, CGC, CGA, CGG Arg	U C A G
A	AUU, AUC, AUA Ile, AUG Met	ACU, ACC, ACA, ACG Thr	AAU Asn, AAC Asn, AAA Lys, AAG Lys	AGU Ser, AGC Ser, AGA Arg, AGG Arg	U C A G
G	GUU, GUC, GUA, GUG Val	GCU, GCC, GCA, GCG Ala	GAU Asp, GAC Asp, GAA Glu, GAG Glu	GGU, GGC, GGA, GGG Gly	U C A G

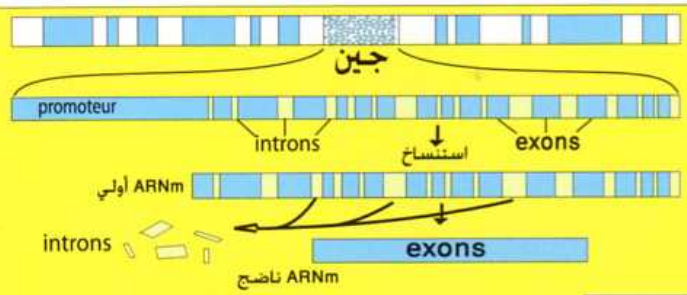
جدول الشفرة الوراثية لل ARNm

إظهار دور ال ARN Polymerase	يبين المنحنى نتائج حقن مادة ألفا أمانتين المثبطة لل ARN Polymerase على نسبة تركيب ال ARNm في الخلية. 	عند تثبيط إنزيم ARN Polymerase لا يتم تركيب ARNm أي أن الإنزيم يعمل على استنساخ ARN من ال ADN.	يتم استنساخ ARN من ADN بواسطة إنزيم: ARN Polymerase

يكون ال ARN m المركب مباشرة بعد الاستنساخ غير ناضج عند حقيقيات النوى.

فكيف يتم نضجه ؟

يبين المخطط الموالي مراحل نضج ال ARN m حيث يصبح ناضجا بعد تخلصه من القطع غير الدالة (Introns) واحتفاظه بالقطع الدالة (Exons).



مراحل نضج ال ARNm

ما الفرق بين التضاعف والإستنساخ ؟

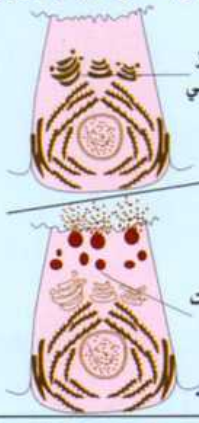
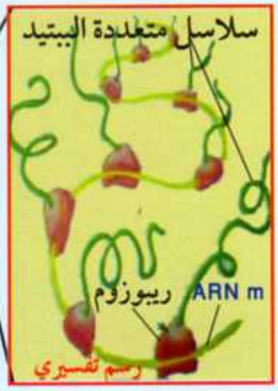
جدول مقارنة بين التضاعف و الإستنساخ

	جزيء الانطلاق	الكيفية	الإنزيم المتدخل	الجزيء الناتج	الهدف
التضاعف (Replication)	ADN	استنساخ سلسلتي ال ADN معا	ADN polymérase	2 ADN نصف محافظ ✪	تدفق المعلومات الوراثية بهدف انقسام الخلايا
الاستنساخ (Transcription)	ADN	استنساخ سلسلة واحدة من ADN تسمى السلسلة المستنسخة	ARN polymérase	ARNr ARNt ARNm	تدفق المعلومات الوراثية بهدف تركيب البروتينات

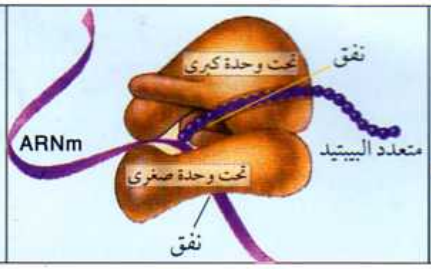
✪ يراجع مفهوم النصف المحافظ من كتاب سنة الثانية علوم تجريبية

2 الترجمة

يبين الجدول الموالي كيفية إظهار عملية الترجمة والتجارب التي تسمح بإثبات العناصر المتدخلة فيها.

إثبات الظاهرة	النشاطات	التفسير	الإستنتاج
1 إظهار مقر تركيب البروتينات و إفرازها	المرحلة1: بعد وضع الخلايا العنقودية للبنكرياس في وسط به لوسين مشع ثم استبداله بعد فترة بوسط غير مشع، تبين نتائج التصوير الإشعاعي الذاتي وجود إشعاع في مستوى الشبكة الهيولية المحببة. المرحلة2: ظهور الإشعاع بعد فترة على مستوى جهاز جولجي.  المرحلة3 :انتقال الأشعاغ بعد فترة إلى الحويصلات الإفرازية.	ظهور الإشعاع دليل على دمج اللوسن في السلسلة البيبتيدية المركبة. ومن خلال الأشكال الثلاثة يتبين أن إفراز المادة البروتينية الإفرازية (الأنسولين) تمر بمراحل وذلك وفق انتقال الإشعاعات من الشبكة الهيولية المحببة إلى الحويصلات الإفرازية مرورا بجهاز جولجي.	* يتم تركيب البروتينات في الهيولى على مستوى الشبكة الهيولية المحببة. * جهاز كولجي مقر نضج وتخصص البروتين. * دور الحويصلات هو نقل البروتين لإفرازه خارج الخلية
2 إظهار عملية الترجمة تحت المجهر الإلكتروني		تظهر الريبوزومات الحرة تحت المجهر الإلكتروني أثناء تركيب متعدد البيبتيد بشكل سبحة مرتبطة ب ARNm تسمى متعدد الريبوزوم Polysomes ، حيث تتم فيها القراءة بشكل تسلسلي الواحدة بعد الأخرى.	الريبوزومات هي مقر تركيب البروتينات سواء مرتبطة بالشبكة الهيولية المحببة (وتكون أنشط) أو تكون حرة في الهيولى تسمى متعدد الريبوزوم (Polysomes)

3 دور الريبوزومات



يظهر الرسم التخطيطي أن الريبيوزوم يتكون من تحت وحدتين منفصلتين: صغرى ويتم في مستواها قراءة ال ARNm عبر نفق خاص، وتحت وحدة كبرى والتي يتم في مستواها تركيب السلسلة البيبتيدية عبر نفق خاص أيضا.

يتم تركيب البروتين على مستوى الريبوزوم كما يلي
- توضع ال ARNm على مستوى تحت الوحدة الصغرى لتتم قراءته
- تركيب السلسلة البيبتيدية على مستوى تحت الوحدة الكبرى

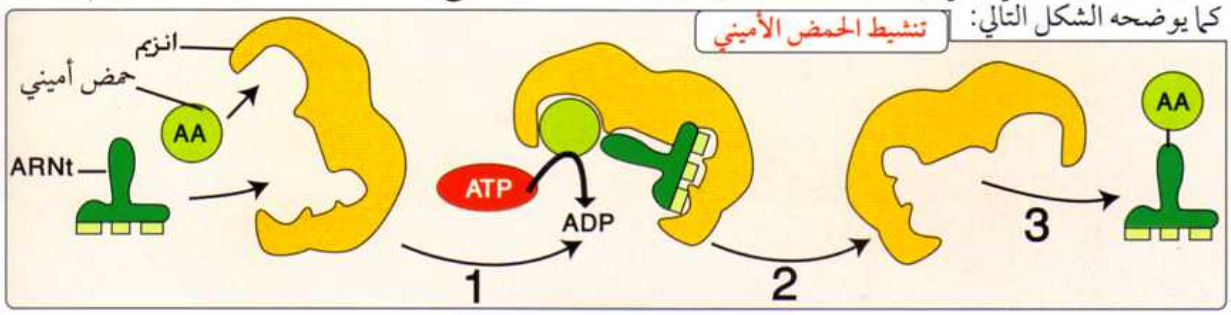
ما الفرق بين ال ARNr و ARNt و ARNm ؟

نوع ال ARN	الشكل	المكونات	الوزن الجزيئي	معامل الترسيب	المقر	الدور
ARNm الحمض النووي الريبي الرسول		سلسلة من النكليوتيدات بشكل خطي عددها مختلف	مختلف حسب عدد النكليوتيدات	مختلف لإختلاف الأوزان الجزيئية	تتركب في النواة ثم تنتقل إلى الهيولى.	نقل الشفرة الوراثية
ARNt الحمض النووي الريبي الناقل		سلسلة من النكليوتيدات عددها 75 نكليوتيدة	2.5×10^4 الكمية 15٪ من مجموع ARN الخلية	4s		نقل الأحماض الآمينية بعد تنشيطها
ARNr الحمض النووي الريبي الريبوزي		ت . و . كبرى : سلسلتان من النكليوتيد + 31 نوع من البروتينات ت . و . صغرى : سلسلة من النكليوتيد + 21 نوع من البروتينات الريبوزوم عبارة عن تحت وحدتين كبرى وصغرى. تتكون كل واحدة من مجموعة من البروتينات +ARNr	1.2×10^6 3.6×10^4 0.55×10^6 الكمية 80٪ من مجموع ARN الخلية	23s 5s 16s		تركيب السلاسل البيبتيدية

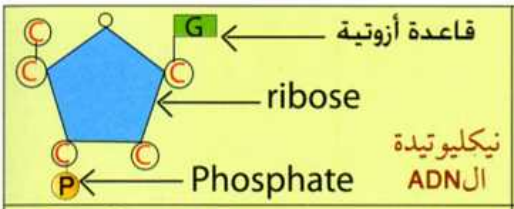
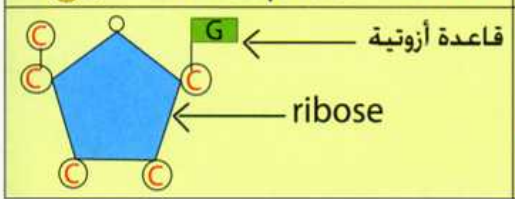
جدول مقارنة بين أنماط ARN

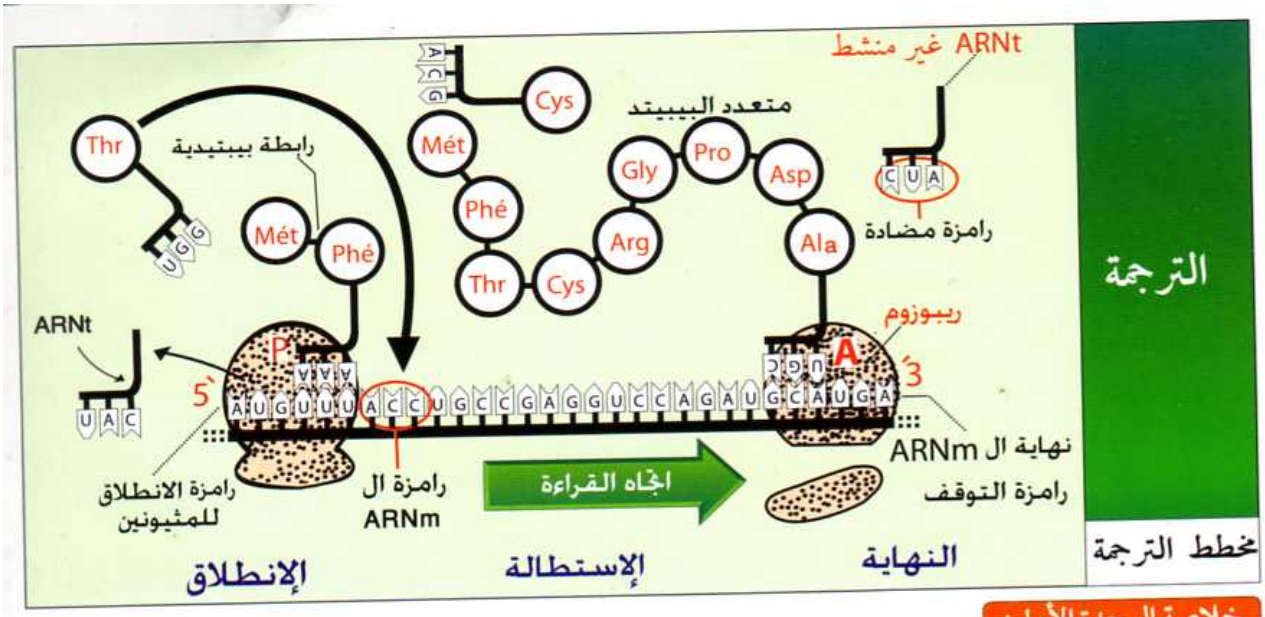
كيف يتم تنشيط الأحماض الآمينية؟

تنشيط الحمض الآميني يعني ربطه ب ARNt الحامل للرامزة المضادة المتوافقة مع رامزة ARNm. تتطلب العملية إنزيم وطاقة كما يوضحه الشكل التالي:



ما الفرق بين النكليوتيد والنكليوزيد؟

النكليوتيد Nucleotide	سكر خماسي + حمض فوسفور + قاعدة آزوتية وهي الوحدة البنائية للحمض النووي ADN و ARN.	 نيكليوتيدة ال ADN
النكليوزيد Nucleoside	سكر خماسي + قاعدة آزوتية وتمثل وحدة الإرتباط بين سلسلتي ال ADN	



خلاصة الوحدة الأولى:

ما مصير الأحماض الأمينية؟

تبيّن تجربة الخلايا الإفرازية(ص2)أن مصير الأحماض الأمينية الناتجة من عملية الهضم هو تركيب بروتينات نوعية كترجمة للمعلومات الوراثية حيث تتخصص في البناء والوظيفة لتجسيد الصفات الوراثية :

- **بنائية**: تدخل في بناء العناصر الخلوية مثل بروتينات الأغشية الخلوية، والهيستونات (بروتين ADN)، بروتينات الريبوزوم.
- **وظيفية**: ذات دور بيولوجي
  - وسائط كيميائية (إنزيمات) مثل ARN Polymerase
  - النقل: الهيموغلوبين لنقل الأكسجين
  - نقل رسالة كيميائية:هرمون الأنسولين

الوحدة الثانية: العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين

تمهيد

كل البروتينات المركبة في البداية متشابهة في بنيتها إنها عبارة عن سلاسل خطية.بعد ذلك تكتسب بنيات فراغية مختلفة ثانوية وثالثية ورابعية لتقوم بوظائف محددة.

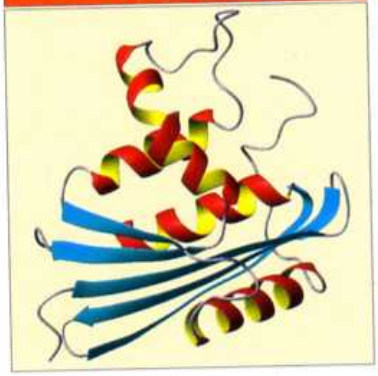
مورثة ← استنساخ ← ترجمة ← سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية

فما هي العلاقة بين بنية ووظيفة البروتين؟

إنزيم ARNase(Ribonucléase) يفكك ARNm بعد أداء دوره في تركيب متعدد الببتيد، فهو ينقي الخلية من آثار ARNm. يبين الشكل(أ) بنية إنزيم ريبونكلياز مأخوذة من برنامج Rastop حيث يبدو عن طريق التمثيل الشريطي السميك (caricature) ذا بنية ثالثية يتكون من أربع سلاسل حلزونية (بنية ثانوية من نوع α) وخمس سلاسل من نوع الأوراق المطوية (بنيةَ ثانوية من نوع β) تربط بينها أربع جسور كبريتية. إلى جانب مناطق الانعطاف.أما الشكل (ب) يمثل رسما تخطيطيا للنتائج التجريبية .

عند معاملة الإنزيم باليوريا ومركب β- mercaptoéthanol فإن بنيته تتأثر وبالتالي يصبح غير فعال حيث توضح طريقة المعاملة ونتائجها وفق الجدول الموالي.

الشكل - (أ) البنية الفراغية لإنزيم Ribonucléase



المرحلة	المعاملة	النتيجة
Ribonucléase A	بدون معاملة	البنية طبيعية والإنزيم فعال.
Ribonucléase B	β-mercaptoéthanol + يوريا	يتخرب الإنزيم بفقدان بنيته الثانوية والثالثية.إنزيم غير فعال.
Ribonucléase C	β-mercaptoéthanol بعد إزالة تأثير اليوريا	يفقد الإنزيم الإنطواءات الطبيعية ويحتفظ بالروابط ثنائية الكبريت لكن بطريقة مخالفة. إنزيم غير فعال.

المجال المعرفي الأول

التخصص الوظيفي للبروتينات

ما معنى السلوك الحمقلي للأحماض الآمينية؟

ترتبط بالحمض الآميني مجموعتان وظيفيتان مجموعة حمضية كاربوكسيلية (COOH)، ومجموعة وظيفية قاعدية أي أن الحمض يسلك سلوكا حمضيا عند تواجده في وسط قاعدي يفقد فيه بروتونات فيصبح ذا شحنة سالبة، وعند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية فإنه يتجه نحو القطب الموجب، وسلوكا قاعديا عند تواجده في وسط حمضي يكتسب فيه بروتونات فيصبح ذا شحنة موجبة ويتجه نحو القطب السالب. وهذا هو معنى السلوك الحمقلي للحمض الآميني .(الخاصية الحمقلية).

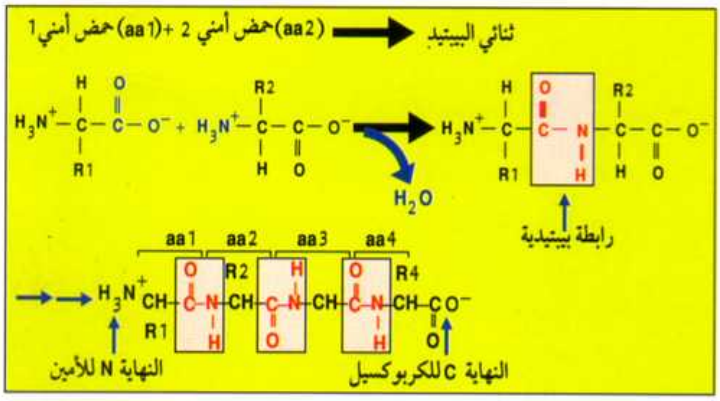
كيف يمكن تحديد pHi للحمض الآميني؟

ال pHi هو درجة حموضة الوسط التي يكون عندها الحمض الآميني في نقطة التعادل الكهربائي عند وضعه في جهاز الهجرة الكهربائية. بمعنى أن الحمض الآميني في هذا الوسط يسلك سلوكا حامضيا وقاعديا في نفس الوقت فيكون عدد الشحنات السالبة مساويا لعدد الشحنات الموجبة. وما دام هناك ثلاثة أنماط من الأحماض الآمينية: حمضية وقاعدية ومعتدلة، فإن ال pHi تبعا لذلك يكون حسب نوع الحمض الآميني كما يوضحه الجدول الموالي :

أحماض آمينية حمضية	أحماض آمينية متعادلة	أحماض آمينية قاعدية
عند وضعها في وسط قاعدي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وتسلك سلوكا قاعديا إذا وجدت في وسط حمضي ذي pHm منخفض، أي أن pH i < 7. pHm: يعني PH الوسط	عند وضعها في وسط قاعدي فإنها تسلك سلوكا حمضيا، وعند وضعها في وسط حمضي فإنها تسلك سلوكا قاعديا. أما عند وضعها في وسط معتدل فإنها تكون متعادلة أي أن ال pHi يكون مساويا تقريبا : 7 pH i = pHm = 7	عند وضعها في وسط حمضي أو معتدل فإنها تسلك سلوكا قاعديا، وتسلك سلوكا حمضيا إذا وجدت في وسط قاعدي ذي pHm مرتفع. أي أن pH i > 7.

كيف ترتبط الأحماض الآمينية لتشكيل السلاسل البيبتيدية؟

ترتبط الأحماض الآمينية عن طريق المجاميع الوظيفية؛ حيث ترتبط مجموعة وظيفية حمضية على يمين الحمض الآميني مع مجموعة وظيفية قاعدية على يسار حمض آميني آخر برابطة ببتيدية ينتج عنها جزيئة ماء كما يوضحه الشكل المرفق.



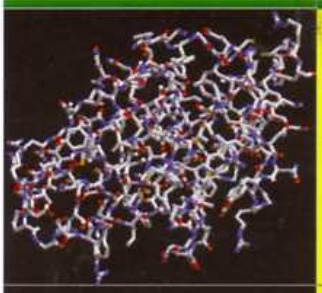
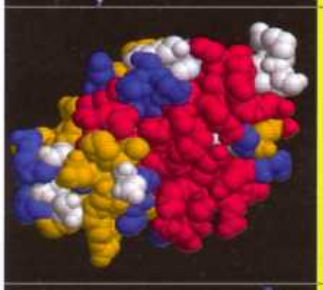
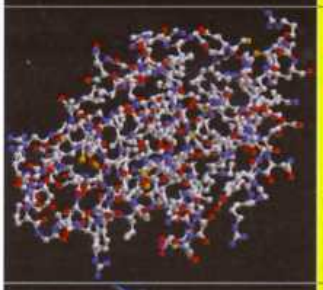
ما هي العلاقة بين بنية و وظيفة البروتين؟

خلاصة الوحدة الثانية

مورثة ← استنساخ ← ترجمة ← سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية

سلسلة ببتيدية ذات بنية أولية ← تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

الهدف : القيام بدور معين : بناء- وظيفة

النموذج والهدف منه	الشكل
العود يستعمل للتعرف على السلاسل الكربونية متصلة بالذرات بلونها الخاص.	
الكرة المكدس يستعمل للتعرف على حجم ال جزيئ البروتيني تظهر فيه الذرات بألوانها الخاصة.	
الكرة والعود يستعمل لتوضيح نوع وعدد الذرات الداخلة في تركيب الجزيئ البروتيني بحيث تكون كل ذرة ملونة بلون خاص.	
الشريطي يستعمل للكشف على نوع البنيات الثانوية ألفا بلون أحمر – بيتا بلون أصفر – غير محدد بلون أزرق ومناطق الانعطاف بلون أبيض لتشكيل البنية الثالثية.	
الشريطي السميك يشبه النموذج الشريطي إلا أنه يزيد عنه بتحديد اتجاه البنيات الثانوية بيتا وبالتالي يسمح بالتعرف على بداية ونهاية السلسلة البيبتيدية.	

نماذج تمثيل أنزيم Lysozyme باستعمال برنامج Rastop

ماهي الأحماض الأمينية؟ مركبات عضوية تتكون من مجموعتين وظيفيتين حمضية **COOH** وأمينية **NH_2** ترتبطان بسلسلة كربونية. عددها في الطبيعة 20 حمضا أمينياً.

$$NH_2 - \underset{R}{CH} - COOH$$

كيف تصنف الأحماض الأمينية؟

الأنواع	الصيغة الكيميائية
الحامضية	حمضية: aspartate Asp، glutamate Glu
القاعدية	قاعدية: Lysine Lys، arginine Arg، histidine His
أحماض أمينية متعادلة – العطرية (كارهة للماء ما عدا تيروزين)	phénylalanine Phe، tyrosine Tyr، tryptophane Trp
أحماض أمينية متعادلة – الأميدية	asparagine Asn، glutamine Gln
أحماض أمينية متعادلة – الكحولية	sérine Ser، thréonine Thr
أحماض أمينية متعادلة – الكبريتية (كارهة للماء)	méthionine Met، cyséine Cys
أحماض أمينية متعادلة – أليفاتية (كارهة للماء)	glycine Gly، alanine Ala، proline Pro، leucine Leu، valine Val، isoleucine Ile

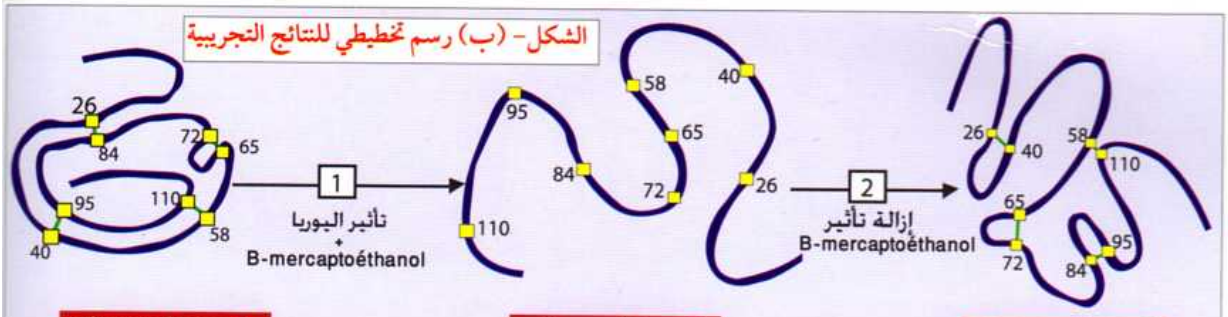
الحالة الكهربائية

2010-119

كليك للنشر
ClicEdition

حي الكتبان، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.
الهاتف: 15 00 82 021 / 37 96 82 021، الناسوخ: 37 96 82 021.
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com

الشكل - (ب) رسم تخطيطي للنتائج التجريبية



ribonucléase A
رسم تخطيطي لبنية الإنزيم في وجود الروابط الكبريتية و الإنطواء الطبيعي **انزيم فعّال**

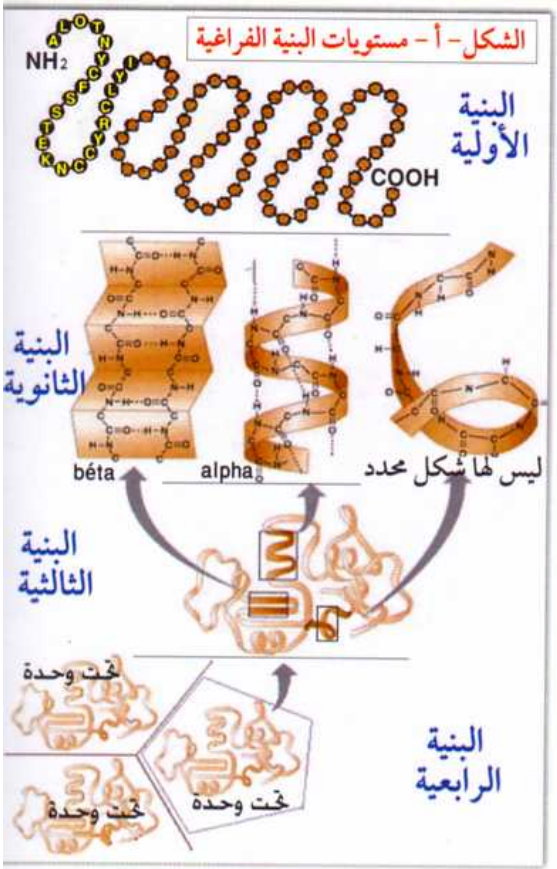
ribonucléase B
فقدان البنية الثالثية للإنزيم بتكسير الجسور الكبريتية و زوال الإنطواءات **انزيم غير فعّال**

ribonucléase C
استعادة الروابط الببتيدية مع استمرار فقدان الإنطواء الطبيعي **انزيم غير فعّال**

إن تغير بنية الإنزيم جزئيا أو كليا يؤدي إلى فقدان وظيفته. وعليه فإن بنية معينة تقوم بوظيفة محددة.

ما هي مستويات البنية الفراغية للبروتين؟

الشكل - أ - مستويات البنية الفراغية



تتشكل البنية الفراغية انطلاقا من البنية الأولية ثم البنية الثانوية ثم البنية الثالثية و أخير ا البنية الرابعية كما يوضحه الشكل(أ):

البنية الأولية : تنشأ فقط من سلسلة خطية للأحماض الآمينية.

البنية الثانوية : وهي بنية ذات ثلاثة أبعاد تكون إما منتظمة بشكل التفاف حلزوني وتسمى في هذه الحالة بنية α ، أو في شكل ورقة مطوية تسمى بنية β . ينشأ الإلتفاف الحلزوني نتيجة روابط هيدروجينية بين CO لرابطة ببتيدية مع NH لحمض أميني آخر في المرتبة الثالثة بعده على طول السلسلة الببتيدية . أما بالنسبة لبنية الورقة المطوية فتكون الروابط الهيدروجينية على طول سلسلتين ببتيديتين متجاورتين ومتوازيتين. وقد تكون هذه البنية غير منتظمة بمعنى تنشأ روابط هيدروجينية بشكل عشوائي.

البنية الثالثية : وتنشأ من مجموع بنيات ثانوية من نوع α فقط أو من نوع β أو كليهما تربط بينها مناطق انعطاف لسلاسل ببتيدية. كما تنشأ بين الجذور الحرة للأحماض الآمينية، سواء على مستوى نفس السلسلة أو بين سلاسل أخرى، روابط كبريتية وهيدروجينية وشاردية وكارهة للماء كما يبينه الشكل(ب)، تساهم كلها في تثبيت واستقرار البنية الثالثية.

البنية الرابعية: وهي تضم مجموع تكتلات لبنيات ثالثية تسمى كل واحدة **تحت وحدة** مثل الهيموغلوبين الذي يتكون من أربع سلاسل ببتيدية تشكل كل سلسلة تحت وحدة ذات بنية ثالثية مستقلة.

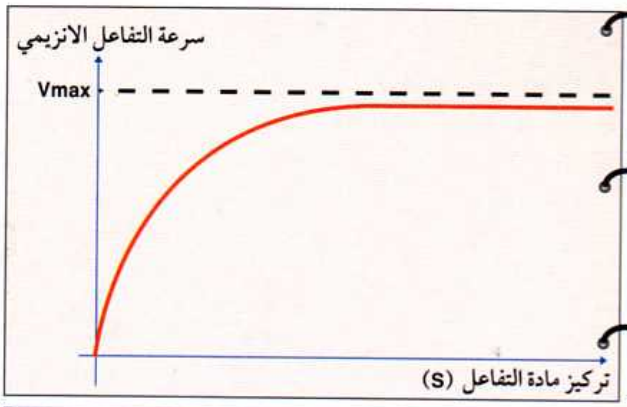
كيف يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات؟

الشكل - ب - أنواع الروابط

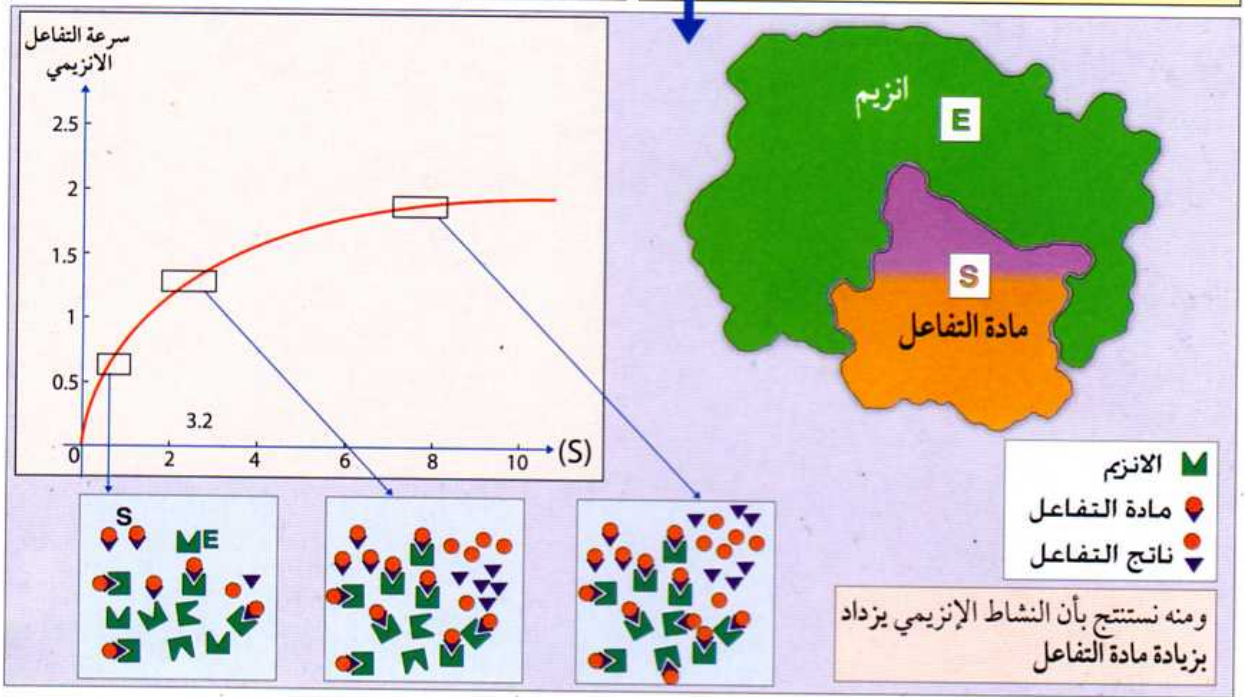
يمكن تمثيل البنية الفراغية للبروتينات بعدة نماذج وذلك حسب الهدف من دراستها. لنأخذ مثالا عن ذلك الليزوزيم **Lysosyme** وهو إنزيم ذو بنية ثالثية يلعب دور محلل للأجسام الغريبة والبكتيريا تفرزه خلايا الجسم.

يوضح الجدول الموالي نماذج تمثيل الإنزيم باستعمال برنامج **Rastop** مع توضيح الهدف من استعمال كل نموذج.

2



يبين المنحنى التالي أن سرعة التفاعل الإنزيمي تزداد بزيادة مادة التفاعل إلى أن تبلغ أقصاها (Vmax) حيث تبقى ثابتة مهما زادت كمية مادة التفاعل. ونفسر ذلك بأن المواقع الفعالة لكمية الإنزيمات المتواجدة لم تكن كلها محجوزة من طرف مادة التفاعل التي تكون في البداية قليلة التراكيز. لكن عند التراكيز العالية فإن المواقع الفعالة للإنزيمات تكون كلها محجوزة، وهذا يعني أن النشاط الإنزيمي يبلغ أقصى سرعة له لتبقى ثابتة مهما زادت التراكيز كما تبينه الوثيقة أدناه.

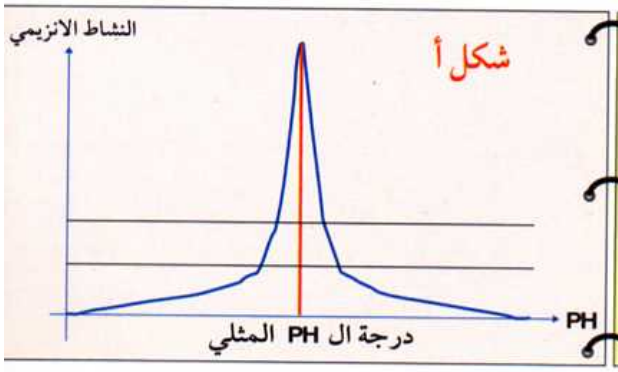


ومنه نستنتج بأن النشاط الإنزيمي يزداد بزيادة مادة التفاعل

3

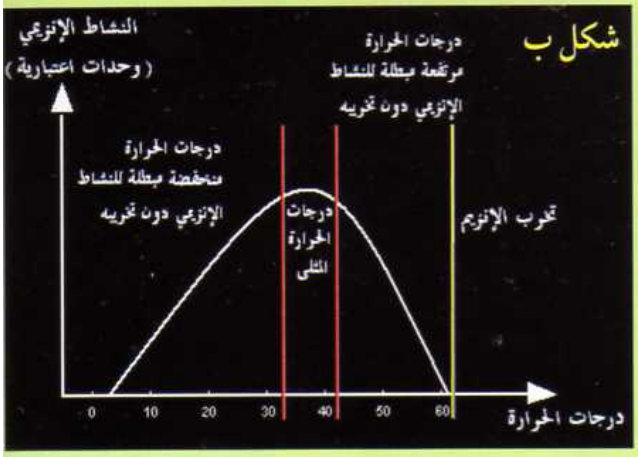
عند استبدال مادة التفاعل (الجلوكوز) بالفركتوز والجالاكتوز في وجود الأكسجين وإنزيم Glucose Oxydase فإن المنحنى المسجل يبين أن الأكسجين يكون ثابتا عند كل من الفركتوز والجالاكتوز ويتناقص تدريجيا عند الجلوكوز. ونفسر ذلك بأن النشاط الإنزيمي لا يتم مع الفركتوز والجالاكتوز لأن الموقع الفعال للإنزيم لا يتوافق بنيويا إلا مع الجلوكوز. وهذا هو معنى أن لكل إنزيم مادة تفاعل خاصة به وبالتالي فالإنزيمات نوعية.

4



تأثير كل من درجة الحرارة وال PH على نشاط الإنزيم :

يبين الشكلان "أ" و "ب" تأثير كل من PH ودرجة الحرارة على النشاط الإنزيمي. حيث يعمل الإنزيم ضمن مجال حراري و PH معين وهناك قيمة مثلى لكل منهما يكون فيها الإنزيم في أوج نشاطه (بالنسبة لل PH وبالنسبة لدرجة الحرارة). خارج هذا المجال بالزيادة أو النقصان فإن التفاعل يتناقص إلى أن يتوقف تماما.



ونفسر ذلك كما يلي :

- بالنسبة لتأثير ال PH :

إن القيم الدنيا والقصوى لل PH تجعل البروتين الإنزيمي يسلك سلوكا حمضيا أو قاعديا بمعنى يفقد أو يكتسب بروتونات فيكون مشحونا بالسالب أو الموجب وهذا ما يؤثر على الروابط بين جذور الأحماض الأمينية وخاصة في مناطق المواقع الفعالة فتتغير أشكالها مما يجعلها غير متوافقة بنيويا مع مادة التفاعل ويصبح الإنزيم بذلك غير فعال .

-بالنسبة لتأثير درجة الحرارة :

بما أن الإنزيم ذو طبيعة بروتينية فإن الحرارة المرتفعة تخرب الإنزيم بتفكيك الروابط الثانوية أي يفقد بنيته الثانوية والثالثية فيتغير موقعه الفعال ويفقد بذلك نشاطه.

أما الحرارة المنخفضة فهي لا تخرب الإنزيم ولكن يفقد نشاطه بسبب قلة حركة الجزيآت وخاصة في المواقع الفعالة .

خلاصة الوحدة الثالثة

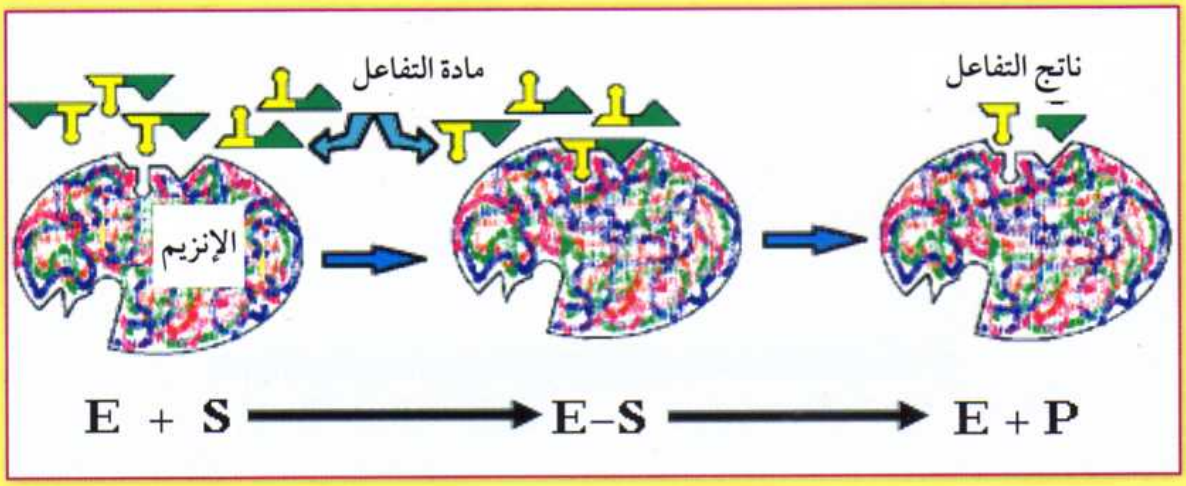
ماهي الإنزيمات ؟ وما أهميتها ؟

مورثة ← استنساخ ← ترجمة ← سلسلة بيبتيدية ذات بنية أولية

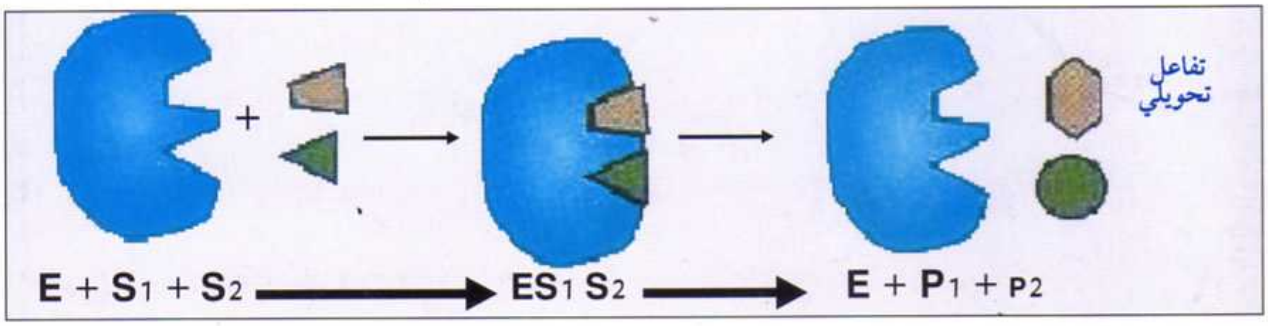
سلسلة بيبتيدية ذات بنية أولية ← تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية

تشكل بنية فراغية خاصة نتيجة الروابط الثانوية ← إنزيم ذو بنية محددة وموقع فعال خاص يتوافق بنيويا مع مادة تفاعل معينة

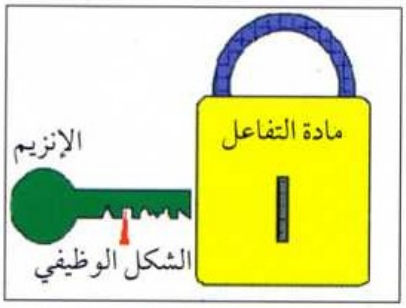
-الإنزيم وسيط كيميائي يعمل على تحفيز التفاعلات البيوكيميائية وفق التفاعل التالي :

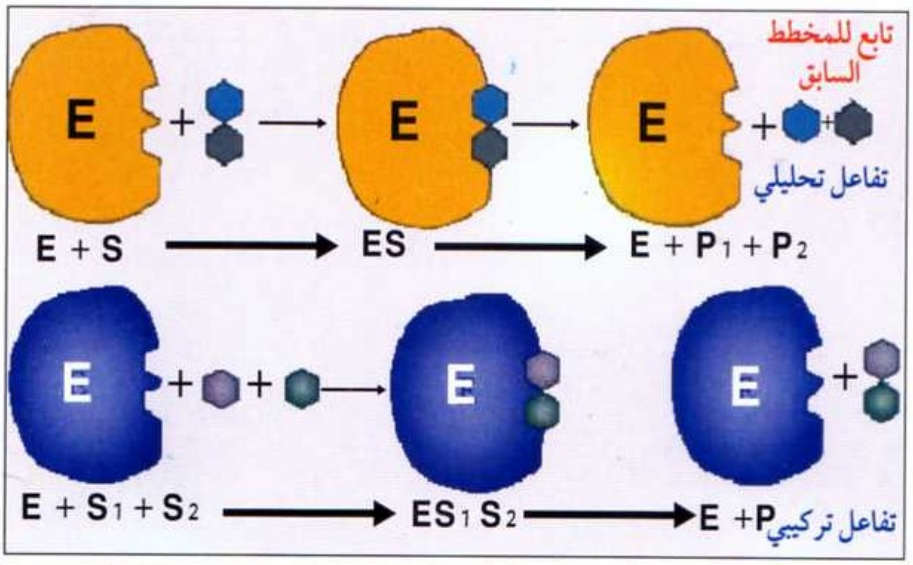


تكون نتيجة هذا التفاعل إما تحويل أو تفكيك أو تركيب كما يبنه المخطط الموالي :



يتشكل المعقد إنزيم-مادة التفاعل على مستوى الموقع الفعال للإنزيم حيث يبدي تكاملا بنيويا مع مادة التفاعل إما بشكل طبيعي مثل القفل و المفتاح كما يبينه الشكل أدناه. أو تحفزي بتغيير شكل الإنزيم لإتمام التفاعل .





الوحدة الرابعة دور البروتينات في الدفاع عن العضوية

تمهيد عند دخول جسم غريب إلى العضوية فإنه يتلقى مقاومة شديدة بوسائل دفاعية و هجومية تتدرج في التخصص حسب درجة غزوه للعضوية .

كيف تبدي العضوية مقاومة ضد الأجسام الغريبة التي تغزوها ؟

1 ما هي الخطوط الدفاعية للجسم؟ يلخص الجدول الموالي خطوط الدفاع التي يبديها الجسم تجاه الأجسام الغريبة.

الخط الدفاعي الأول	الخط الدفاعي الثاني	الخط الدفاعي الثاني
1 – الحواجز الطبيعية ■ الجلد ■ الإفرازات المخاطية ■ الدموع ■ العرق ■ حمض ال Hcl ■ الإفرازات التناسلية . **2 – آليات ميكانيكية** ■ العطاس و السعال: لطرد الأجسام الغريبة التي تدخل عبر الفم والأنف ■ القيء والإسهال: في حالات التسمم مثلا .	**الاستجابة الالتهابية** تحدث عند اختراق الجسم الغريب للحواجز الطبيعية عن طريق جرح مثلا . تتدخل في هذه الإستجابة خلايا دفاعية دون تنشيط مسبق.وتتمثل فيما يلي: □ الخلايا البلعمية : وهي الكريات الدموية البيضاء المحببة المتعادلة □ الكريات الدموية البيضاء القاعدية: تفرز الهيستامينات. □ الصفائح الدموية : تفرز خيوط الفيبرين التي تتدخل في الجلطة الدموية.	يحدث عند فشل الخط الدفاعي الثاني وتمكن الجسم الغريب من الدخول إلى الجسم عن طريق اللمف والدم. وهنا يبدي الجسم مقاومة متخصصة حيث تكون حسب نوعية الجسم الغريب على شكلين : ■ العناصر الدفاعية هي عبارة عن أجسام مضادة تعمل على حجز المستضد وتشكيل المعقد المناعي تتم بلعمته من طرف البالعات الكبيرة. ■ العناصر الدفاعية هي الخلايا السامة LTc والتي تقضي مباشرة على المستضد والذي يكون عادة داخل الخلايا المصابة حيث تعمل على إحداث ثقوب في الغشاء مؤدية إلى تحللها.

مناعة لا نوعية (فطرية)	مناعة نوعية (مكتسبة)